

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-232997

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 J 1/30  
9/02

H 0 1 J 1/30  
9/02

F  
B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-34857

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月17日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 山田 二郎

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニ  
ー株式会社内

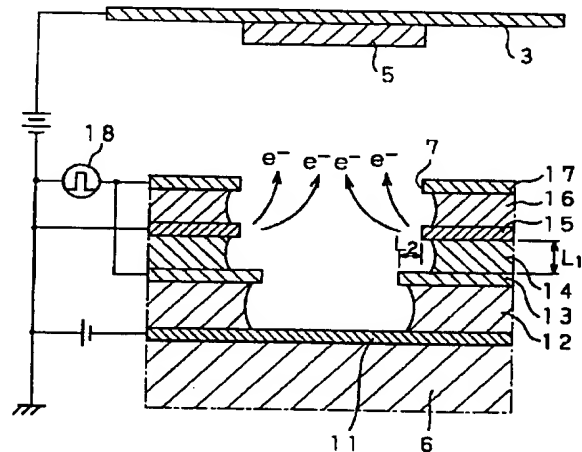
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 電子放出装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 放出された電子を所定の方向に偏向させることができるとともに、小さな駆動電圧でも良好に電子を放出することのできる電子放出装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係る電子放出装置は、基板上に、補助電極と、第1の絶縁層と、第1のゲート電極と、第2の絶縁層と、エミッタ電極と、第3の絶縁層と、第2のゲート電極とがこの順で積層されてなる。そして、この電子放出装置は、上記第1の絶縁層、上記第1のゲート電極、上記第2の絶縁層、上記エミッタ電極、上記第3の絶縁層及び上記第2のゲート電極を貫通するとともに底面に上記補助電極が露出する開口孔が穿設され、上記第1のゲート電極が上記エミッタ電極より上記開口孔の内方に突出するように形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に積層された補助電極と、この補助電極上に第1の絶縁層を介して積層された第1のゲート電極と、この第1のゲート電極上に第2の絶縁層を介して積層され、電界が印加されることにより電子を放出するエミッタ電極と、このエミッタ電極上に第3の絶縁層を介して積層された第2のゲート電極とを備え、上記第1の絶縁層、上記第1のゲート電極、上記第2の絶縁層、上記エミッタ電極、上記第3の絶縁層及び上記第2のゲート電極を貫通するとともに底面に上記補助電極が露出する開口孔が穿設され、上記第1のゲート電極は、上記エミッタ電極より上記開口孔の内方に突出するように形成されたことを特徴とする電子放出装置。

【請求項2】 上記第1の絶縁層の開口縁は、上記第1のゲート電極の開口縁よりも後退しており、上記第2の絶縁層の開口縁及び上記第3の絶縁層の開口縁は、上記エミッタ電極の開口縁及び上記第2のゲート電極の開口縁よりも後退していることを特徴とする請求項1記載の電子放出装置。

【請求項3】 上記第2の絶縁層の膜厚を $L1$ とし、上記エミッタ電極に対する上記第1のゲート電極の突出量を $L2$ としたときに、 $L1$ 及び $L2$ は、 $0.5 \leq L2/L1 \leq 2.0$ なる関係を有することを特徴とする請求項1記載の電子放出装置。

【請求項4】 基板上に補助電極、第1の絶縁層、第1のゲート電極、第2の絶縁層、エミッタ電極、第3の絶縁層、第2のゲート電極をこの順で積層して積層体を形成する工程と、上記積層体を異方性エッチングすることにより、上記第1のゲート電極を露出させる第1の開口部を穿設する工程と、上記積層体の表面及び上記第1の開口部の内壁を覆うとともに、露出した上記第1のゲート電極の外周側の所定の領域を覆うように形成された犠牲層を形成する工程と、外方へ露出する上記第1のゲート電極及び第1の絶縁層をエッチングすることにより、第2の開口部を穿設する工程とを備え、上記第1の開口部と比べて開口寸法が小となるように上記第2の開口部を形成することを特徴とする電子放出装置の製造方法。

【請求項5】 上記第2の開口部を穿設した後、上記第1の絶縁層、上記第2の絶縁層及び上記第3の絶縁層を等方性エッチングすることにより、上記第1のゲート電極よりも上記第1の絶縁層を外方へ後退させるとともに、上記エミッタ電極及び上記第2のゲート電極よりも

上記第2の絶縁層及び上記第3の絶縁層を外方へ後退させることを特徴とする請求項4記載の電子放出装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電界電子放出を行う電子放出部を有する電子放出装置及びその製造方法に関し、特に、4層の電極が絶縁層を介して積層されてなる電子放出装置及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ディスプレイ装置に関する研究開発は、ディスプレイを薄型化する方向に推し進められている。このような状況において、特に注目を浴びているディスプレイ装置としては、いわゆる電子放出装置が配設された電界放出型ディスプレイ装置（以下、FED（Field Emission Display）と略称する。）を挙げることができる。

【0003】このFEDは、一画素に対応した部分に、電界放出装置とこの電界放出装置と対向するように配設されたアノード電極及び蛍光体とを有し、この一画素がマトリクス状に形成されることによりディスプレイを構成している。このFEDでは、電子放出装置から放出された電子が電子放出装置とアノード電極との間の電界により加速されて蛍光体に衝突する。これにより、FEDでは、蛍光体が励起されて発光し、画像を表示する。

【0004】この電子放出装置には、一般に、スピント型のものと平面型のものとがある。このスピント型の電子放出装置は、略円錐型のエミッタ電極を有し、このエミッタ電極に所定の電界をかけることにより電子を放出させている。また、このスピント型の電子放出装置を製造する際には、直径 $1\mu\text{m}$ 程度の孔を穿設し、この孔の内部に略円錐型のエミッタ電極を蒸着法等により形成している。

【0005】しかしながら、このようなスピント型の電子放出装置は、上述した略円錐型のエミッタ電極を所望の形状で形成することが困難であり、安定した電子放出特性を示さないといった問題点がある。特に、大画面のFEDを製造する場合には、大きな基板上にエミッタ電極を均一に形成する必要がある。言い換えると、エミッタ電極を均一に形成できない場合には、画面の位置により電界電子放出特性が均一でなくなり、画像を良好に表示することができない。

【0006】これに対して、平面型の電子放出装置は、略平板状に形成されたエミッタ電極が絶縁層を介して一対のゲート電極により挟み込まれるような構成とされる。そして、一対のゲート電極とエミッタ電極との間に発生する電界により、エミッタ電極から電子が放出される。

【0007】この平面型の電子放出装置では、電子を放出するエミッタ電極を略平板状に形成することができ

る。このため、上述したスピント型の電子放出装置と比較して容易に製造することができる。

【0008】このように構成された平面型の電子放出装置では、エミッタ電極から発生した電子が、スピント型の電子放出装置と同様に、加速されて蛍光体と衝突する。これにより、平面型の電子放出装置を用いたFEDでは、蛍光体が励起して発光し、画像を表示することができる。

【0009】ところで、上述したような平面型の電子放出装置としては、米国特許番号5,308,439、米国特許番号5,604,399、米国特許番号5,192,240、特開平2-133397号公報若しくは特開平7-254354号公報等に記載されるものが具体的に挙げられる。これらの電子放出装置では、エミッタ電極から放出される電子を所望の方向に偏向させることが困難であり、実用的にFEDに用いることが困難であった。

【0010】一方、このような問題を解決するために、平面型の電子放出装置としては、米国特許番号5,124,347に記載されるような4層型の電子放出装置が提案されている。この4層型の電子放出装置は、絶縁層を介してエミッタ電極を挟み込む一対のゲート電極に積層方向に貫通する開口部を形成し、この開口部の底面に補助電極を配してなるような構成とされる。

【0011】このように構成された4層型の電子放出装置は、補助電極から発生する電界により、エミッタ電極から放出された電子をアノード電極方向へ偏向させる。これにより、4層型の電子放出装置は、エミッタ電極から放出された電子を効率よくアノード電極上の蛍光体に衝突させ、比較的良好な画像を表示する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような4層型の電子放出装置では、補助電極から発生する電界により電子が偏向されるとともに、エミッタ電極が補助電極から発生する電界を受けてしまうことがある。すなわち、この電子放出装置では、補助電極から発生する電界がエミッタ電極の先端部付近に影響することとなる。

【0013】また、エミッタ電極には、一対のゲート電極から電子を放出させるための電界がかけられる。しかしながら、従来の4層型の電子放出装置では、上述したように、補助電極から発生する電界がエミッタ電極にかかるため、一対のゲート電極からエミッタ電極にかけられる電界が相対的に小さくなってしまう。

【0014】このため、4層型の電子放出装置では、エミッタ電極から放出される電子量が減少してしまうといった不都合が生じていた。そして、このような電子放出量の減少を補うためには、一対のゲート電極に印加される駆動電圧を大きくする必要がある。この場合、電子放出装置では、駆動回路の耐圧を向上させなければなら

ず、コストが大幅に増加してしまうといった問題点があった。

【0015】そこで、本発明は、上述した従来の電子放出装置及びその製造方法の問題点を解決し、放出された電子を所定の方向に偏向させることができるとともに、小さな駆動電圧でも良好に電子を放出することのできる電子放出装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決した本発明に係る電子放出装置は、基板上に積層された補助電極と、この補助電極上に第1の絶縁層を介して積層された第1のゲート電極と、この第1のゲート電極上に第2の絶縁層を介して積層されて電界が印加されることにより電子を放出するエミッタ電極と、このエミッタ電極上に第3の絶縁層を介して積層された第2のゲート電極とを備える。そして、この電子放出装置は、上記第1の絶縁層、上記第1のゲート電極、上記第2の絶縁層、上記エミッタ電極、上記第3の絶縁層及び上記第2のゲート電極を貫通するとともに底面に上記補助電極が露出する開口孔が穿設され、上記第1のゲート電極が上記エミッタ電極より上記開口孔の内方に突出するように形成されたことを特徴とするものである。

【0017】以上のように構成された本発明に係る電子放出装置は、第1のゲート電極及び第2のゲート電極に所定の電圧を印加することにより、エミッタ電極に対して所定の電界がかかる。これにより、エミッタ電極から電子が放出される。

【0018】また、この電子放出装置では、補助電極に対して所定の電圧が印加されることにより、この補助電極から所定の電界が発生する。そして、この電子放出装置では、補助電極から発生する電界により、エミッタ電極から放出された電子を偏向させることができる。

【0019】さらに、この電子放出装置では、第1のゲート電極がエミッタ電極よりも開口孔の内方に突出するように形成されている。このため、この電子放出装置においては、補助電極から発生した電界が第1のゲート電極により遮蔽され、エミッタ電極に与える影響が低減されている。これにより、この電子放出装置では、第1のゲート電極及び第2のゲート電極から発生する電界がエミッタ電極に効率よくかかることとなる。

【0020】一方、上述した従来の問題点を解決した本発明に係る電子放出装置の製造方法は、基板上に補助電極、第1の絶縁層、第1のゲート電極、第2の絶縁層、エミッタ電極、第3の絶縁層、第2のゲート電極をこの順で積層して積層体を形成する工程と、上記積層体を異方性エッチングすることにより、上記第1のゲート電極を露出させる第1の開口部を穿設する工程と、上記積層体の表面及び上記第1の開口部の内壁を覆うとともに、露出した上記第1のゲート電極の外周側の所定の領域を

覆うように形成された犠牲層を形成する工程と、外方へ露出する上記第1のゲート電極及び第1の絶縁層をエッチングすることにより、第2の開口部を穿設する工程とを備え、上記第1の開口部と比べて開口寸法が小となるように上記第2の開口部を形成することを特徴とするものである。

【0021】以上のように構成された本発明に係る電子放出装置の製造方法は、第1の開口部を形成した後に犠牲層を形成している。この犠牲層は、第1の開口部の内壁を覆うように形成されることにより、第1の開口部の底面に露出していた第1のゲート電極の外周側を被覆することとなる。そして、この状態で、露出した第1のゲート電極をエッチングすることにより、第1の開口部よりも開口寸法の小さな第2の開口部を形成することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電子放出装置及びその製造方法の具体的な実施の形態を図面を参照しながら説明する。

【0023】本実施の形態に示す電子放出装置は、図1に模式的に示すように、いわゆるFED(Field Emission Display)に適用される。このFEDは、電界電子放出を行う電子放出装置1が形成されたバックプレート2と、このバックプレート2と対向して配設され、アノード電極3がストライプ状に形成されたフェイスプレート4とを備える。また、このFEDでは、バックプレート2とフェイスプレート4との間が高度な真空状態とされる。

【0024】このFEDにおいて、フェイスプレート4には、所定のアノード電極3上に赤色を発光する赤色蛍光体5Rが形成され、隣合うアノード電極3上に緑色を発光する緑色蛍光体5Gが形成され、さらに隣合うアノード電極3上に青色を発光する青色蛍光体5Bが形成される。すなわち、このフェイスプレート4は、複数の赤色蛍光体5Rと複数の緑色蛍光体5Gと複数の青色蛍光体5B(以下、総称する場合には単に「蛍光体5」と称する。)とが交互にストライプ状に形成されている。

【0025】また、このFEDにおいて、電子放出装置1は、図1及び図2に示すように、絶縁性基板6上に形成されてマトリックス状に配設される。これら電子放出装置1は、詳細を後述するように、所定の層構造を有し、この開口孔7から電子を放出する。そして、このFEDでは、赤色蛍光体5R、緑色蛍光体5G及び青色蛍光体5Bに対向する位置に電子放出装置1の開口孔7がそれぞれ配設される。

【0026】そして、このFEDでは、これら電子放出装置1と対向した赤色蛍光体5R、緑色蛍光体5G及び青色蛍光体5Bの所定の領域で一画素が構成されている。なお、このFEDにおいて、一画素を構成する蛍光

体5には、複数個の電子放出装置1が対向配置されてもよい。

【0027】さらに、このFEDは、バックプレート2とフェイスプレート4との間に配設された複数のヒラー9を有する。このヒラー9は、高度に真空状態とされたバックプレート2とフェイスプレート4との間を所定の間隔に維持する。

【0028】この電子放出装置1は、図2に示すように、ガラス等の絶縁性基板6と、この絶縁性基板6上に形成された補助電極11と、この補助電極11上に第1の絶縁層12を介して積層された第1のゲート電極13と、この第1のゲート電極13上に第2の絶縁層14を介して積層されたエミッタ電極15と、このエミッタ電極15上に第3の絶縁層16を介して積層された第2のゲート電極17とを有する。

【0029】また、この電子放出装置1において、開口孔7は、第1の絶縁層12、第1のゲート電極13、第2の絶縁層14、エミッタ電極15、第3の絶縁層16及び第2のゲート電極17を貫通するとともに底面に補助電極11が露出するように穿設されることにより形成される。さらに、この電子放出装置1では、第1のゲート電極13がエミッタ電極15の開口縁より内方へ突出するように形成されている。この電子放出装置1において、開口孔7は、略矩形状に形成されている。しかしながら、開口孔7の形状は、これに限定されず、鋭角となる部分を含まなければ、円、楕円、多角形等のいずれの形状であってもよい。

【0030】さらに、この電子放出装置1では、図2に示すように、エミッタ電極15にアース電位を印加し、第1のゲート電極13及び第2のゲート電極17にはパルス発振器18を介して0~100V程度の信号電位を印加し、補助電極11には-50~50Vの一定電位を印加している。

【0031】この電子放出装置1において、補助電極11、第1のゲート電極13、エミッタ電極15及び第2のゲート電極17は、導電性材料、例えば、Ti、Cr、Mo、W等で形成されており、約0.1 $\mu$ m程度の膜厚で形成される。また、第1の絶縁層12、第2の絶縁層14及び第3の絶縁層16は、絶縁性材料、例えば、SiO<sub>2</sub>等で形成される。

【0032】そして、この電子放出装置1では、第1の絶縁層12、第2の絶縁層14及び第3の絶縁層16が、第1のゲート電極13、エミッタ電極15及び第2のゲート電極17よりも開口孔7の外方に位置するように形成されている。すなわち、この電子放出装置1において、第1のゲート電極13、エミッタ電極15及び第2のゲート電極17は、第1の絶縁層12、第2の絶縁層14及び第3の絶縁層16から突出するように形成されている。

【0033】また、この電子放出装置1では、図2に示

すように、第2の絶縁層14の膜厚を $L1$ として、エミッタ電極15に対する第1のゲート電極13の突出量を $L2$ としたときに、下記式のような関係を満たすことが好ましい。

【0034】

$$0.5 \leq L2/L1 \leq 2.0 \dots (式)$$

以上のように構成された電子放出装置1は、開口孔7がマトリックス状に複数配設され、これら開口孔7が順次駆動されることにより順次電子を放出する。これにより、電子放出装置1は、蛍光体5を順次発光させてフェイスプレート4上に画像を表示させる。

【0035】このとき、電子放出装置1では、画像信号に応じたパルス信号に従って第1のゲート電極11及び第2のゲート電極17に所定の電圧を印加する。これにより、マトリックス状に配設された複数の開口孔7のうち、所定の開口孔7が駆動されることとなる。

【0036】また、第1のゲート電極11及び第2のゲート電極17に所定の電圧を印加することにより、第1のゲート電極11及び第2のゲート電極17とエミッタ電極15との間に電界を発生させる。そして、この電界がエミッタ電極15にかかることにより、エミッタ電極15の先端部からは、いわゆる電界電子放出により、電子が放出されることとなる。

【0037】このとき、この電子放出装置1では、補助電極11に対して所定の負電圧を印加しているため、補助電極11から所定の電界が発生する。この電界は、補助電極11の面内と略々垂直方向、すなわち、アノード電極5方向に発生する。

【0038】このため、この電子放出装置1では、上述したように、エミッタ電極15から放出された電子がアノード電極3方向、すなわち、絶縁性基板6に対して略々垂直な方向に偏向される。特に、この電子放出装置1では、エミッタ電極15から絶縁性基板6と平行に近い角度で放出された電子でさえも絶縁性基板6に対して略々垂直な方向に偏向させる。

【0039】したがって、この電子放出装置1は、エミッタ電極15から放出された電子を効率よくアノード電極3上に形成された蛍光体5に衝突させることができる。このように、この電子放出装置1は、蛍光体5を効率よく発光させることができるため、FEDの輝度を大幅に向上させることができる。

【0040】また、この電子放出装置1では、第1のゲート電極11がエミッタ電極15のよりも突出するように形成されているため、補助電極11から発生する電界の一部が第1のゲート電極11により遮蔽される。このため、一対のゲート電極11、17から発生する電界をエミッタ電極15に効率よくかけることができる。言い換えると、この電子放出装置1では、エミッタ電極15にかけられる電界が補助電極11から発生する電界により弱められるようなことがない。このため、この電子放

出装置1では、所望の電子放出量を得るために補助電極11から発生する電界による影響を考慮する必要がなく、比較的小さな駆動電圧を第1のゲート電極13及び第2のゲート電極17にかけることにより所望の電子放出量を達成することができる。

【0041】そして、この電子放出装置1では、上述したように、アノード電極3との間に所定の電界が形成されているため、この電界により電子がアノード電極3方向に加速される。このとき、この電子放出装置1では、開口孔7の略中心付近に集中するように偏向された電子が加速され、アノード電極3上に形成された蛍光体5に衝突することとなる。したがって、この電子放出装置1では、放出した電子を、蛍光体5上の狭い範囲に集中するように衝突させることができる。言い換えると、この電子放出装置1では、所定の方向にフォーカスして電子を衝突させることができるため、蛍光体5の幅を小さくすることができる。このため、この電子放出装置1は、精細な蛍光体5を有するFEDに好適に用いられる。

【0042】具体的に、この電子放出装置1は、図3に示すように、少なくとも、略矩形に形成された開口孔7の長手方向の第1のゲート電極13がエミッタ電極15より突出するように形成されることが好ましい。

【0043】これにより、この電子放出装置1では、開口孔7の長手方向に直交する方向にフォーカスすることができる。このため、この電子放出装置1では、対向する蛍光体5と隣合う蛍光体5に電子を衝突させるようなことがなく、対向する蛍光体5のみに確実に電子を衝突させることができる。したがって、この電子放出装置1を用いたFEDは、色ズレを防止することができ、正確な色彩を表示することができる。

【0044】さらに、この電子放出装置1において、上述した第2の絶縁層14の膜厚 $L1$ 及び第1のゲート電極13の突出量 $L2$ の比率と放出されるエミッタ電極15にかかる電界強度との関係を図4に示す。なお、この図4において、縦軸は、エミッタ電極15にかかる電界強度を示し、横軸は、 $L1$ と $L2$ との比率、つまり、 $L2/L1$ を示している。

【0045】この図4から分かるように、 $L2/L1$ の値を正とすることにより、エミッタ電極15にかかる電界強度は向上することとなる。このため、電子放出装置1において、第1のゲート電極13を突出させることにより、エミッタ電極15から放出される電子量を増大させることができる。このとき、 $L2/L1$ の値を上記式に示す範囲とすることにより、エミッタ電極15から放出される電子量をより増大させることができる。ここで、 $L2/L1$ の値が0.5よりも小さい場合には、エミッタ電極15にかかる電界強度を1.25倍以上とすることができない。また、 $L2/L1$ の値を2.0よりも大きくしたとしても、エミッタ電極15にかかる電界強度は、 $L2/L1$ の値が2.0の場合と大きく変わら

ない。

【0046】ところで、本発明に係る電子放出装置の製造方法は、上述したような電子放出装置1を製造する際に適用される。

【0047】この手法では、先ず、図5に示すように、ガラス等の絶縁性基板20上に、第1の導電層21、第1の絶縁層22、第2の導電層23、第2の絶縁層24、第3の導電層25、第3の絶縁層26及び第4の導電層27をこの順に成膜して積層体28を形成し、この積層体28上に所定の形状にフォトリソスト29を形成する。

【0048】具体的に、第1の絶縁層22、第2の絶縁層24及び第3の絶縁層26は、 $\text{SiO}_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ蒸着または $\text{SiH}_4$ 及び $\text{N}_2\text{O}$ をガス種としたプラズマCVDを用いて成膜することにより形成される。また、このとき、第1の絶縁層22の膜厚は約0.5 $\mu\text{m}$ とされ、第2の絶縁層24及び第3の絶縁層26の膜厚がそれぞれ0.2 $\mu\text{m}$ とされる。さらに、第1の導電層21、第2の導電層23、第3の導電層25及び第4の導電層27は、Ti、Cr、Mo、W等の導電材料をスパッタ蒸着またはEB（電子ビーム）蒸着を用いて成膜することにより形成される。また、これら第1の導電層21、第2の導電層23、第3の導電層25及び第4の導電層27の膜厚は、約0.1 $\mu\text{m}$ とされる。

【0049】また、フォトリソスト29は、開口孔7に対応した部分にマトリクス状に形成された開口部30を有するような形状とされる。このフォトリソスト29は、レジスト材料が第4の導電層27上に塗布され、フォトリソグラフィ及びエッチング等の手法により、上述したような形状にパターンニングされる。

【0050】次に、図6に示すように、フォトリソストが形成された面に対して第2の導電層23を露出させるまで異方性エッチングを行う。これにより、フォトリソスト29の開口部30から露出した部分が略々垂直にエッチングされ、第1の開口部31が形成される。また、この異方性エッチングとしては、例えば、第4の導電層27及び第3の導電層25に対しては $\text{SF}_6$ 等を用いた反応性イオンエッチングを挙げることができ、第3の絶縁層26及び第2の絶縁層24に対しては $\text{CHF}_3$ 等のガスを用いた反応性イオンエッチングを挙げることができる。

【0051】次に、図7に示すように、フォトリソスト29を除去した後、第2の導電層23が露出する面に犠牲層32を形成する。この犠牲層32は、例えば、プラズマCVDによりアモルファスシリコンや $\text{SiO}_2$ を成膜することにより形成される。このとき、犠牲層32は、第4の導電層27上に形成されるとともに、上述した工程で形成された第1の開口部31の側壁及びこの第1の開口部31の底面に露出する第2の導電層23上に形成される。なお、第2の導電層23上に形成された犠

牲層32は、第4の導電層27上に形成された犠牲層32よりも薄膜に形成されることとなる。

【0052】次に、図8に示すように、第2の導電層23上に形成された犠牲層32の一部を除去するためのエッチングを行う。このとき、エッチングとしては、犠牲層32がアモルファスシリコンからなる場合には、 $\text{SF}_6$ 等のガスを用いた反応性イオンエッチング等の異方性エッチングが挙げられる。このように、この工程では、異方性エッチングを行うことで、第4の導電層27及び第1の第1の開口部31の側壁に形成された犠牲層32を残存させた状態で、第2の導電層23上に形成された犠牲層32の一部を除去することができる。これにより、第1の開口部31の底面の略中心部には第2の導電層23が露出するとともに、第1の開口部31の底面の側壁側には犠牲層31が覆われたままととなる。

【0053】次に、図9に示すように、犠牲層32をマスクとして、露出した第2の導電層23を除去するための異方性エッチングが行われる。この異方性エッチングでは、上述した反応性イオンエッチングが行われ、第1の開口部31の底面に露出した第2の導電層23をエッチングして、第2の開口部33が形成される。これにより、第1の開口部31底面を構成する第2の導電層23のうち、第1の開口部23の側壁に形成された犠牲層32により覆われた部分は残存し、外方に露出した部分は除去されることとなる。

【0054】次に、図10に示すように、 $\text{KOH}$ 水溶液等を用いたウェットエッチング等により犠牲層32を除去する。これにより、第2の絶縁層24、第3の導電層25、第3の絶縁層26及び第4の導電層27を穿設してなる第1の開口部31が露出されるとともに、第2の導電層23を穿設してなる第2の開口部33が露出される。そして、この手法によれば、第1の開口部31と比較して開口寸法が小となるように第2の開口部33を穿設することができる。

【0055】次に、図11に示すように、第1の導電層21が露出するまで等方性エッチングを行う。この等方性エッチングとしては、例えば、バッファード弗酸を用いたウェットエッチングを挙げることができる。この等方性エッチングでは、第1の絶縁層22が等方的にエッチングされるとともに、第2の絶縁層24及び第3の絶縁層24も等方的にエッチングされることとなる。また、このとき、第1の絶縁層22は、その開口縁が第2の導電層23の開口縁よりも後退した位置になるようにエッチングされ、第2の絶縁層24及び第3の絶縁層26は、それぞれの開口縁が第3の導電層25及び第4の導電層27の開口縁よりも後退した位置にエッチングされる。

【0056】このように、本手法では、第1の導電層21が補助電極11となり、第2の導電層23及び第4の導電層27がそれぞれ第1のゲート電極13及び第2の

ゲート電極17となり、第3の導電層25がエミッタ電極15となる。そして、この手法によれば、第2のゲート電極17をエミッタ電極15よりも開口孔7の内方に突出するように形成することができる。

【0057】また、この手法では、第1の開口部31底面を構成する第2の導電層23のうちで、第1の開口部31の側壁に形成された犠牲層32によって覆われる部分が第1のゲート電極13の突出量となる。このため、この手法において、第1の開口部31の側壁に形成される犠牲層32の膜厚を調節することによって、第1のゲート電極13のエミッタ電極15に対する突出量を制御することができる。したがって、この手法によれば、第1のゲート電極13の突出量を容易に制御することができる。

【0058】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に係る電子放出装置は、第1のゲート電極がエミッタ電極よりも開口孔の内方に突出するように構成されている。このため、補助電極から発生する電界は、第1のゲート電極により遮蔽されてエミッタ電極にかかるようなことが防止される。これにより、この電子放出装置では、第1のゲート電極及び第2のゲート電極から発生する電界が、エミッタ電極に効率よくかかることとなる。したがって、この電子放出装置は、補助電極から発生する電界により電子を所望の方向に偏向させることができるとともに、第1のゲート電極及び第2のゲート電極に大きな電圧を印加することなく、エミッタ電極に大きな電界をかけることができ、電子放出特性を向上させることができる。

【0059】また、本発明に係る電子放出装置の製造方法によれば、犠牲層を形成することにより、第1の開口部と比較して第2の開口部の開口寸法を小さくすることができる。このため、本手法では、補助電極から発生する電界により電子を所望の方向に偏向させることができるとともに、第1のゲート電極及び第2のゲート電極に大きな電圧を印加することなく、エミッタ電極に大きな電界をかけることができ、電子放出特性を向上させること

ができる電子放出装置を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電子放出装置を用いたFEDの構成を概略的に示す概略斜視図である。

【図2】電子放出装置の構成及び駆動回路を説明するための概略断面図である。

【図3】電子放出装置の開口孔の要部平面図である。

【図4】 $L2/L1$ の値とエミッタ電極の先端部にかかる電界強度との関係を示す特性図である。

【図5】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、絶縁性基板上に積層体及びフォトリソトを形成した状態を示す要部断面図である。

【図6】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、第1の開口部を穿設した状態を示す要部断面図である。

【図7】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、犠牲層を形成した状態を示す要部断面図である。

【図8】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、犠牲層の一部を除去した状態を示す要部断面図である。

【図9】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、第2の開口部を穿設した状態を示す要部断面図である。

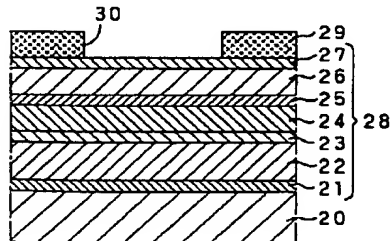
【図10】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、犠牲層を除去した状態を示す要部断面図である。

【図11】本発明に係る電子放出装置の製造方法を示す図であり、等方性エッチングを行った状態を示す要部断面図である。

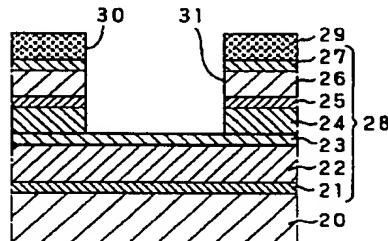
【符号の説明】

1 電子放出装置、2 バックプレート、3 アノード電極、4 フェイスプレート、5 蛍光体、6 絶縁性基板、9 ピラー、11 補助電極、12 第1の絶縁層、13 第1のゲート電極、14 第2の絶縁層、15 エミッタ電極、16 第3の絶縁層、17 第2のゲート電極

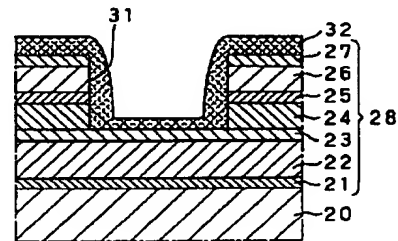
【図5】



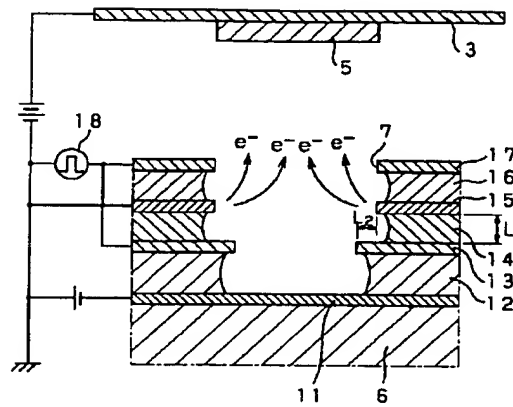
【図6】



【図7】

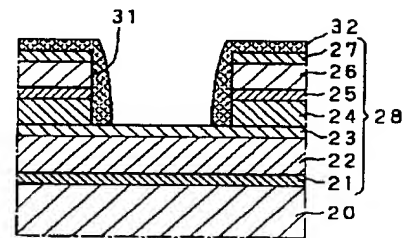
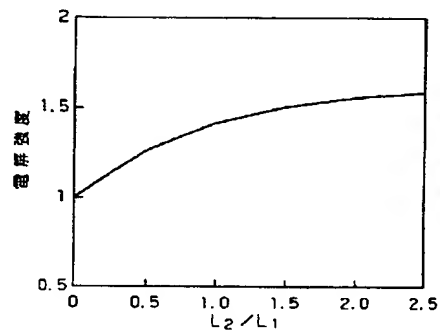


【図2】



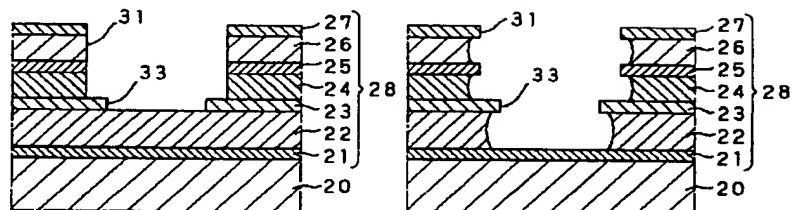
【図8】

【図4】



【图 1 1】

【图9】



【0044】さらに、この電子放出装置1において、上述した第2の絶縁層14の膜厚L1及び第1のゲート電極13の突出量L2の比率とエミッタ電極15にかかる電界強度との関係を図4に示す。なお、この図4におい



て、縦軸は、エミッタ電極15にかかる電界強度を示し、横軸は、 $L1$ と $L2$ との比率、つまり、 $L2/L1$ を示している。